

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las operaciones de explotación forestal

Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son una serie de documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión¹. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial están involucrados en un proyecto, se aplica esta guía sobre medio ambiente, salud y seguridad, de conformidad con las políticas y normas respectivas. La presente guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria debe usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrecen orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. En el caso de proyectos complejos, es probable que deban usarse las guías aplicables a varios sectores industriales, cuya lista completa se publica en el siguiente sitio web:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>.

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología

¹ Esta se define como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar esta guía a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de la guía debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia.

En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en la guía, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Si corresponde utilizar niveles o indicadores menos rigurosos que los indicados en esta guía, en vista de las circunstancias específicas del proyecto, debe incluirse como parte de la evaluación ambiental del emplazamiento en cuestión una justificación completa y detallada de cualquier alternativa propuesta, en la que se ha de demostrar que el nivel de desempeño alternativo protege la salud humana y el medio ambiente.

Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las operaciones de explotación forestal incluyen información relativa al control de las plantaciones forestales y los bosques

naturales en zonas templadas, boreales y tropicales. La guía para las industrias de elaboración de madera está incluida en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para aserrado y productos manufacturados de madera y en las correspondientes a tableros y productos de partículas. El Anexo A contiene una descripción de las actividades del sector industrial.

Este documento está dividido en las siguientes secciones:

Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria
Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño
Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales de información
Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas al manejo forestal que tienen lugar durante la fase operacional, así como recomendaciones para su gestión. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones para la gestión de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de las grandes actividades industriales durante las etapas de construcción y desmantelamiento.

1.1 Medio ambiente

La siguiente orientación sobre los impactos ambientales de las prácticas de manejo forestal contiene recomendaciones aplicables a las operaciones en **plantaciones forestales** y otras que se aplican a los **bosques naturales manejados**².

Las exigencias del mercado en cuanto a que los productos forestales deben originarse en operaciones de bosques naturales y plantaciones forestales manejados de manera sostenible han dado por resultado la creación de sistemas específicos de certificación forestal para demostrar que se cumplen las normas de manejo forestal aceptadas a nivel internacional³. Por lo general, estos sistemas constan de normas formales, basadas en los principios y criterios de

² Para los fines de este documento, los bosques naturales son aquellos en los que están presentes las principales características de los ecosistemas de bosques naturales (por ejemplo, complejidad, estructura y diversidad). Las plantaciones son bosques en los que la mayoría de esas características no está presente.

³ Los sistemas de certificación del manejo sostenible de los bosques más difundidos incluyen el sistema internacional formulado y aplicado por el Consejo de Administración de Bosques (<http://www.fsc.org/en/>) y el Programa para la Validación de la Certificación Forestal (PEFC, por su sigla en inglés) (<http://www.pefc.org/internet/html/>), que convalidan las normas nacionales de manejo forestal cuando éstas cumplen los principios y criterios internacionales. Se puede obtener más información al respecto en la guía del Banco Mundial sobre evaluación de las certificaciones relativas a los bosques (*Forest Certification Assessment Guide*), disponible en <http://www.worldbank.org>.

manejo sostenible de los bosques aceptados en el ámbito internacional, que suelen incluir las siguientes:

- Acatamiento de la legislación pertinente
- Respeto por los sistemas consuetudinarios de tenencia de la tierra y los derechos de uso de los pueblos indígenas
- Respeto por los derechos de los trabajadores y cumplimiento de las medidas en materia de higiene y seguridad en el trabajo
- Medidas para lograr la participación de la comunidad y de las partes interesadas
- Conservación de la biodiversidad y protección del hábitat crítico
- Mantenimiento de los múltiples beneficios ecológicamente racionales derivados de los bosques
- Prevención o reducción al mínimo de los impactos sociales y ambientales adversos
- Planificación eficaz del manejo forestal
- Seguimiento activo y evaluación de las zonas de manejo forestal pertinentes

Los organismos reguladores o las instituciones financieras pueden recomendar o exigir a las empresas del sector forestal que obtengan la mencionada certificación como condición previa para su funcionamiento. Por otra parte, esa certificación es cada vez más necesaria para tener acceso a los mercados internacionales o nacionales⁴.

Las principales cuestiones ambientales que se deben tener en cuenta en las operaciones de explotación forestal son las siguientes:

⁴ El operador garantizará que todos los bosques naturales y plantaciones sobre los cuales tenga control de manejo se certificarán en forma independiente de acuerdo con los principios y criterios internacionalmente aceptados para el manejo sostenible de bosques. Cuando una evaluación previa determine que la operación aún no satisface los requisitos de dicho sistema de certificación forestal independiente, el operador elaborará y cumplirá con un plan de acción gradual de tiempo limitado para obtener la certificación.

- Modificación del hábitat y pérdida de biodiversidad
- Calidad del agua
- Productividad del suelo
- Manejo de materiales peligrosos
- Impacto visual

Modificación del hábitat y pérdida de biodiversidad

La creación de plantaciones forestales y las posteriores actividades de explotación maderera implican el reemplazo de la cubierta vegetal existente por especies endémicas y/o no endémicas (véase la sección sobre especies invasivas *infra*), y ocasionan una pérdida potencial de diversidad de hábitats y la consiguiente pérdida de vida silvestre y especies vegetales.

La pérdida de biodiversidad en los bosques naturales manejados puede deberse a varios factores. Algunas especies de plantas y animales no logran adaptarse a las perturbaciones causadas por el manejo forestal y las actividades de explotación, y abandonan la zona. En otros casos, las especies no logran sobrevivir a las modificaciones del hábitat causadas por las prácticas de explotación forestal; es posible, por ejemplo, que las especies que dependen de la cubierta forestal no puedan cruzar los claros abiertos para los caminos y queden aisladas de recursos indispensables para su supervivencia.

Las siguientes recomendaciones son útiles para controlar y prevenir la pérdida de biodiversidad que suele producirse tanto en las **plantaciones forestales como en los bosques naturales manejados**⁵:

- Para los fines del proceso de regeneración, deben dejarse (en reserva) árboles o grupos de árboles en la zona de la concesión de explotación, y proporcionarse lugares aptos

para cubiles y nidos, fuentes de alimentos, follaje y corredores para el traslado de la vida silvestre, incluidos los animales de rapiña. También es preciso tener en cuenta la conservación adecuada del sotobosque, así como dejar en el emplazamiento árboles muertos, desechos forestales y residuos de madera para mejorar el hábitat de la vida silvestre.

- Es menester conservar y proteger el hábitat estacional permanente a fin de garantizar que pueda usarse para fines de migración, desove y cría (véase la sección sobre calidad del agua *infra*).
- Es preciso gestionar las zonas ribereñas⁶ para preservar la calidad del agua y el hábitat de la vida silvestre. Estas zonas deben estar conectadas con corredores de vegetación natural a lo largo de los límites de la cuenca hidrográfica para permitir que los animales se trasladen y las plantas se propaguen.
- Debe permitirse que las copas de los árboles se unan sobre los caminos a fin de mantener la continuidad del hábitat.
- Las actividades de explotación forestal deben programarse de manera tal que evite los períodos de reproducción y anidamiento de las especies silvestres en peligro o en vías de extinción.
- El control de la vegetación natural en la zona de manejo forestal debe manejarse para que exista una gran variedad de etapas de sucesión.
- Los terrenos aledaños a las orillas de los caminos deben mantenerse cubiertos de vegetación natural.
- La vegetación natural no debe ser tratada con plaguicidas.

⁵ Wisconsin Forest Management Guidelines (2003).

⁶ Una zona de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos, y adyacente a la costa de arroyos perennes o intermitentes, lagos, estuarios o mares. La zona ribereña se caracteriza por tener gradientes en condiciones biofísicas, procesos ecológicos y biota, a través de los cuales la hidrología de superficie y subterránea conecta las masas de agua con las tierras altas adyacentes.

Además, las siguientes recomendaciones atañen específicamente a los **bosques naturales manejados**:

- Es necesario crear reservas de biodiversidad, y realizar actividades para su manejo y supervisión, a fin de proteger el hábitat natural crítico, así como bosques de alto valor ecológico, como muestras representativas de los ecosistemas existentes en su estado natural.
 - Al realizar la planificación a largo plazo de la explotación forestal es menester asegurarse de que las operaciones forestales estén limitadas a una zona lo más pequeña posible y no se concentren sólo en una durante períodos prolongados.
 - A fin de reducir al mínimo los daños que puede sufrir el ecosistema forestal durante la explotación, se recomiendan los siguientes conceptos y prácticas:
 - formulación de un plan de manejo forestal a largo plazo⁷;
 - planificación de la elección de los sistemas de explotación forestal (por ejemplo las técnicas y los equipos para la explotación) teniendo en cuenta, entre otros objetivos reconocidos de manejo forestal, las características específicas del terreno, la ubicación y el diseño de los caminos, el riesgo de erosión del suelo y los efectos en su productividad;
 - confección de inventarios de los recursos antes de la explotación con el fin de trazar un mapa de todos los árboles que superen un diámetro especificado a la altura del pecho (cm DAP) (el que dependerá de la naturaleza del rodal);
 - identificación, trazado de mapas y especificaciones para la tala direccional de todos los árboles
- seleccionados para la explotación forestal (por lo general, sólo se practica en los bosques tropicales);
 - planificación de los caminos de acceso, las vías de arrastre y los lugares para descarga y depósito para troncos teniendo en cuenta la distribución de los árboles que se han de talar en rotaciones sucesivas. Al planificar las rutas y la ubicación de caminos, vías de arrastre y lugares de descarga y depósito, se procurará reducir al mínimo los impactos en los recursos hídricos y de suelos (véanse las secciones sobre calidad del agua, caminos, vías de arrastre y lugares de descarga y depósito *infra*). Las rutas de las vías de arrastre deben estar señalizadas en el terreno antes de la explotación, y las actividades de tala deben realizarse de manera tal que aprovechen al máximo el uso de las vías planificadas;
 - corta de plantas trepadoras antes de la explotación cuando éstas estén entrelazadas entre las copas de los árboles (por lo general, sólo se practica en los bosques tropicales);
 - tala direccional por cuadrillas de trabajadores calificados para reducir al mínimo los daños a la cubierta forestal y la distancia hasta las vías de arrastre. Corta de las cepas a poca distancia del suelo y optimización del corte transversal de las ramas de los árboles para obtener el máximo rendimiento;
 - fijación de límites respecto de la proximidad de los árboles que se han de talar a fin de evitar que se formen grandes espacios abiertos en la cubierta forestal;
 - uso de métodos de arrastre y extracción de trozas de bajo impacto, como el arrastre con cables y la elevación de trozas. Cerciorarse de que las máquinas para desplazamiento por el suelo permanezcan todo lo posible en las vías de arrastre. Reducir al mínimo el daño a los troncos de los árboles restantes mediante

⁷ El Criterio 7, "Plan de ordenación", de los principios y criterios para la administración forestal establecidos por el Consejo de Administración de Bosques, contiene un ejemplo de las cuestiones que debe abarcar un plan de manejo forestal y puede consultarse en: http://www.fscus.org/images/documents/FSC_Principles_Criteria.pdf

la designación de un número limitado de árboles que cumplan la función de un parachoques durante el arrastre de las trozas⁸;

- o construcción y mantenimiento de caminos de acceso que reduzcan al mínimo el impacto en las funciones del bosque (véanse las secciones sobre caminos, vías de arrastre y lugares de descarga y depósito *infra*);
- o evitación de la tala en pendientes con gradientes que superen el 30%. El transporte de trozas sobre pendientes que superen el 30% debe llevarse a cabo usando sistemas de elevación total o parcial con cables.

Además de los puntos en común señalados anteriormente, las siguientes recomendaciones atañen específicamente a las **plantaciones forestales**:

- Promover la diversidad en los rodales de las plantaciones (por ejemplo, múltiples edades y especies, diverso tamaño y distribución espacial de los compartimientos (bloques))⁹.
- Antes de convertir la tierra en una plantación forestal, hacer un levantamiento de la zona del proyecto para identificar, categorizar y delinear los tipos de hábitats naturales y modificados y establecer el valor de su biodiversidad a nivel regional o nacional.
- Cerciorarse de que el hábitat natural o modificado que se ha de convertir en una plantación forestal no contenga hábitats críticos, como el hábitat conocido de especies en peligro o en vías de extinción, ni zonas importantes de

reproducción, alimentación o estadios de la vida silvestre¹⁰.

- Identificar la presencia de especies en peligro o en vías de extinción en las zonas ya usadas para plantaciones forestales y cerciorarse de que su hábitat esté controlado adecuadamente.
- Reservar cualquier hábitat crítico identificado para fines de conservación de la biodiversidad y para la eventual restauración de la cobertura forestal natural.

Especies exóticas

La introducción intencional o accidental de especies de flora y fauna exóticas o no endémicas en zonas donde normalmente no se encuentran puede constituir una grave amenaza para la biodiversidad, puesto que algunas de ellas pueden ser invasivas y propagarse rápidamente con la consiguiente extinción de las especies endémicas. Las empresas forestales no deben introducir intencionalmente nuevas especies extrañas (que en ese momento no estén establecidas en el país o en la región del proyecto) a menos que lo hagan de acuerdo con el marco normativo vigente para tal introducción —si éste existe—, o salvo que la cuestión sea objeto de una evaluación del riesgos (como parte de la evaluación social y ambiental) para determinar si existe la posibilidad de que la especie tenga un comportamiento invasivo. Las empresas forestales se abstendrán de introducir deliberadamente especies invasivas ya conocidas u otras especies exóticas cuando el riesgo de que éstas tengan un comportamiento invasivo sea elevado, y actuarán diligentemente para prevenir introducciones accidentales o no intencionales. Asimismo, deberán adoptar medidas preventivas para evitar la propagación de las especies exóticas existentes como resultado de las operaciones forestales. Las técnicas de manejo incluyen procedimientos para garantizar que los equipos (por ejemplo camiones,

⁸ El Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), contiene orientaciones adicionales respecto de las técnicas de extracción para transportistas, máquinas de arrastre, cabrestantes, sistemas de cable, sistemas aéreos (por ejemplo helicópteros, globos aerostáticos) y transporte por agua. El código está disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V6530E/V6530E00.htm>

⁹ Una zona de tierra o madera que se ha establecido para los fines del manejo forestal. Un compartimiento o bloque puede estar integrado por rodales de especies y edades diferentes.

¹⁰ Los caminos y las vías de arrastre que no se utilicen deben ser clausurados para evitar que los usen cazadores furtivos y de animales silvestres.

máquinas de arrastre) sean sometidos a un lavado a presión antes de que sean trasladados de una zona infectada a otra que no lo esté.

Sostenibilidad de los recursos para bosques tropicales

La información acerca de las tasas de crecimiento de los árboles en los bosques naturales mixtos, especialmente en las regiones tropicales, es insuficiente para establecer prácticas de manejo forestal. En esas zonas, el uso de los recursos no se basa, generalmente, en mediciones científicas del crecimiento. En muchos casos, se lleva a cabo una explotación excesiva de las especies que puede llevar a su extinción.

Las recomendaciones para mejorar la sostenibilidad de los recursos incluyen las siguientes:

- A fin de lograr tasas sostenibles de explotación, es preciso establecer prácticas de explotación por hectárea basadas en una comprensión científica del éxito de la regeneración, las tasas de crecimiento y la distribución de la especie en cuestión.
- Los gestores forestales deben usar la mayor gama posible de especies arbóreas.
- Deben establecerse límites respecto del diámetro mínimo teniendo en cuenta la densidad existente y el diámetro de las especies del rodal elegidas como objetivo;
- Debe evitarse el desmonte del sotobosque.
- Los ciclos de tala deben establecerse teniendo en cuenta los estudios sobre regeneración de las especies dependiendo de las circunstancias locales.

Calidad del agua ¹¹

Las operaciones forestales (por ejemplo las operaciones de explotación de madera y la construcción de caminos) pueden tener un impacto negativo en la cantidad y calidad del agua de los arroyos, las masas de agua y el agua subterránea y, consiguientemente, generar cambios hidrológicos estacionales así como potenciales efectos adversos en la biota situada río abajo, las comunidades y las pesquerías. Los factores que pueden influir en la calidad del agua incluyen: la erosión y acumulación de sedimentos y residuos orgánicos en las masas de agua (por ejemplo en los cruces de cursos de agua que atraviesan los caminos forestales y las vías de arrastre); la contaminación con productos químicos (por ejemplo, debido al uso de plaguicidas, combustibles, lubricantes y refrigerantes); el aumento de las cargas de nutrientes (por ejemplo, debido a la erosión y el uso de fertilizantes), y las variaciones en los niveles de temperatura y el caudal de las masas de agua que pueden afectar a las poblaciones de peces y biota acuática. El volumen y la distribución espacial de la vegetación talada pueden producir impactos en la cantidad de agua y la periodicidad del caudal en respuesta al régimen pluvial y los procesos del ecosistema remanente. La prevención de impactos negativos directos en los recursos hídricos y el mantenimiento de zonas ribereñas son fundamentales para proteger la calidad y la cantidad del agua así como los hábitats acuáticos y terrestres de los bosques

Las técnicas recomendadas para prevenir y controlar los impactos en la calidad y cantidad del agua, las zonas ribereñas y los humedales **tanto en las plantaciones forestales como en los bosques naturales manejados** incluyen las siguientes:

- Implementación de un plan de manejo de zonas ribereñas. Estas zonas se establecen, generalmente, en las

¹¹ Esta sección sobre la calidad del agua es una adaptación de las orientaciones impartidas por la FAO (1996) y Wisconsin Forest Management Guidelines (2003).

márgenes de las masas de agua (por ejemplo, lagos, cursos de agua perennes o intermitentes navegables, arroyos no navegables) para crear una zona de amortiguación con el fin de proteger las masas de agua.

- Situar los caminos, vías de arrastre y los lugares para descarga y depósito fuera de las zonas ribereñas ordenadas y los humedales.
- Cuando corresponda, los restos y desechos forestales deben apilarse sobre la línea de pleamar para evitar que los materiales lleguen a los lagos, cursos de agua o humedales.
- Evitar la exposición y la compactación del suelo para proteger la vegetación de la superficie y la capa de humus. Con ese fin, no deben usarse máquinas de explotación con ruedas o de orugas en las proximidades de la línea de pleamar ordinaria de lagos y cursos de agua perennes navegables, salvo en los caminos y cruces de cursos de agua.
- Reducir al mínimo el número y el tamaño de los cruces de cursos de agua para paso de vehículos dentro de la zona ribereña manejada. Cuando el cruce sea necesario, aplicar las prácticas óptimas que incluyen, entre otros, el uso de puentes, vados reforzados y cunetas de tuberías (véanse las secciones sobre caminos, vías de arrastre y los lugares para descarga y depósito *infra*) y estabilizar los suelos desnudos de los lechos, riberas y accesos para evitar la sedimentación.
- Durante la fase de planificación, prevenir o limitar la perturbación de los recursos hídricos.
- Mantener terrenos aluviales en capacidad funcional para absorber las inundaciones que se producen cuando el caudal excede la capacidad del cauce. En los casos en que exista el riesgo de que se inunden zonas río abajo, es menester desarrollar planes de contingencia para proteger a personas y recursos sumamente valiosos.

- Antes de la finalización de las operaciones del proyecto y el desmantelamiento de las instalaciones, deben restaurarse o rehabilitarse los emplazamientos perturbados a fin de que las condiciones ecológicas sean adecuadas. Estas medidas deben incluir la instalación de diques en las vías de arrastre y la restauración de los lugares para descarga y depósito (por ejemplo arrancar el pavimento y sembrar vegetación natural).

Además de las precitadas, las siguientes recomendaciones se aplican específicamente a los **bosques naturales manejados**:

- Reducir al mínimo el tráfico vehicular sobre los arroyos perennes e intermitentes y las zonas de humedales. No debe permitirse que los vehículos crucen o transiten por los lechos de los cursos de agua que carezcan de protección. Cuando sea necesario atravesar un arroyo, el acceso debe hacerse en ángulo recto así como usar puentes, vados reforzados, cunetas para tubería y otras técnicas para reducir al mínimo los impactos en las riberas, el caudal y la calidad del agua.
- Aprovechar al máximo el uso de las vías de arrastre y los lugares para descarga y depósito existentes y cerciorarse de que el agua de escorrentía no se vierta directamente a las masas de agua sin que existan desvíos y control de sedimentos (por ejemplo, zanjas, bermas, y el uso de fardos de paja, cercados para contención de limo e trampas de sedimentos).
- Reducir al mínimo el uso de máquinas fuera de los caminos. Cuando sea necesario (por ejemplo en humedales o tierras bajas), deben utilizarse vehículos que ejerzan poca presión sobre el suelo (por ejemplo, vehículos con neumáticos anchos o de orugas).
- Utilizar desechos forestales para proteger la superficie en las vías de arrastre. En las zonas de alto riesgo de incendio, se deberán retirar los desechos al finalizar las

operaciones (por ejemplo, esparcirlos en otros lados, reducirlos a astillas o apilarlos / quemarlos). Cuando las máquinas formen surcos, el suelo deberá ser rellenado, cubierto con mantillo y semilla; cuando sea posible, se rehabilitará la tierra para labranza, y deberá desviarse el agua de escorrentía para controlar la sedimentación.

Además de los puntos en común mencionados anteriormente, las siguientes recomendaciones se aplican específicamente a las **plantaciones forestales**:

- Deben usarse modelos hidrológicos para estimar los impactos en el caudal de los cursos de agua y modificar el diseño de la plantación según corresponda.
- Deben adoptarse medidas para reducir al mínimo la erosión en las superficies de suelos desnudos. Debe evitarse el cultivo total. Por otra parte, cuando sea necesario usar la técnica de arrancado para romper un sustrato duro o una línea de piedra, el procedimiento debe realizarse a lo largo de la curva de nivel.

Erosión del suelo¹²

En los bosques, la erosión del suelo puede ser consecuencia de causas naturales (por ejemplo el viento y la lluvia) y de operaciones de extracción de madera así como de la construcción y uso de infraestructura vial. En las plantaciones, las operaciones se realizan, generalmente, sobre la base de turnos y corta a hecho; consiguientemente, la reducción de la cubierta vegetal inmediatamente después de la última extracción expondrá al suelo a la erosión causada por el viento y la lluvia. Las operaciones de arrancado también pueden formar canales de agua y causar erosión en gran escala. El apilado de maleza y desechos forestales y el uso de carriles de extracción también pueden tener el efecto de encauzar el agua

por canales erosionables. En los bosques naturales, la erosión de la capa superficial del suelo se produce, generalmente, cuando se han retirado la cubierta protectora y las raíces de sustentación. En las zonas donde las especies de hoja grande (como la teca) canalizan el agua hacia la superficie desnuda del suelo, la erosión se agrava. Algunas actividades de manejo forestal suelen causar perturbaciones en los suelos inestables y pueden provocar el deslizamiento colina abajo de grandes cantidades de desechos y residuos durante las lluvias intensas o cuando el suelo está saturado.

Extracción de madera

Las recomendaciones para controlar y prevenir la erosión durante las operaciones de extracción de madera incluyen las siguientes:

- Debe restablecerse la cubierta forestal tan pronto como sea posible después de la corta a hecho. Hasta que se restablezca la vegetación adecuada, el suelo puede cubrirse provisionalmente con una capa vegetal o desechos forestales para protegerlo de la erosión.
- Es preciso reducir al mínimo (en cuanto sea práctico desde el punto de vista económico) las zonas de compartimientos (bloques) a fin de reducir la tierra adyacente expuesta al viento y la lluvia. Por regla general, los compartimientos no deben superar las 50 hectáreas.
- La programación de las operaciones de extracción debe realizarse con el fin de evitar la estación de lluvias, y los períodos excepcionalmente húmedos, cuando el suelo está saturado.
- A fin de reducir al mínimo las perturbaciones del suelo (por ejemplo compactación, formación de surcos), deben elegirse máquinas de aprovechamiento adecuadas y utilizar animales de tiro

¹² Las secciones sobre caminos, vías de arrastre y lugares para descarga y depósito y cruces de cursos de agua se basan en una adaptación de la orientación impartida por la FAO (1996) y Wisconsin Forest Management Guidelines (2003).

- En pendientes superiores al 30%, deben usarse sistemas de extracción con cable para evitar el tránsito de vehículos en las laderas susceptibles de erosión.
- Los restos y desechos forestales deben apilarse a lo largo de la curva de nivel.

Caminos

Las actividades de construcción, operación y mantenimiento vial pueden causar un alto grado de erosión y tener un efecto adverso en la calidad del agua. Las actividades de corta y relleno durante la construcción de caminos pueden causar perturbaciones en la corriente hidrológica subterránea y elevar el agua a la superficie en zonas nuevas o desestabilizar las laderas inestables y ocasionar deslizamientos. Las superficies de los caminos pueden permitir que el agua fluya libremente con la consiguiente aceleración de la erosión de la superficie, la formación de canales y el acarreo de cargas de sedimentos a las masas de agua.

En la mayoría de las operaciones en bosques naturales de zonas tropicales, se extraen grandes árboles a lo largo de caminos usados para un único fin o vías de arrastre. A menudo, las vías de arrastre tienen un impacto mucho mayor que los caminos pues su trazado no suele planificarse adecuadamente debido a su limitada utilidad. En casos extremos, es posible que queden encajonadas a profundidad o atraviesen cursos de agua permanentes. En las zonas tropicales, cuando el trazado inadecuado del camino no permite el escurrimiento del agua, el bosque puede inundarse en forma permanente con la consiguiente muerte de grandes zonas forestales. En los bosques naturales, los caminos suelen generar impactos similares a los que se producen en los sistemas de plantaciones, y también pueden constituir un impedimento para el traslado de los animales.

Las recomendaciones para controlar y prevenir los impactos en la calidad del agua y el hábitat, derivados de las actividades de construcción, operación y mantenimiento vial incluyen las siguientes:

- Las cuestiones relativas a la fase de planificación y trazado de los caminos antes de su construcción, incluyen:
 - Aprovechar al máximo las redes de caminos existentes.
 - En la etapa de diseño, tener en cuenta el uso futuro de los caminos. Con ese fin, es posible que deba modificarse el trazado si los caminos se usarán a largo plazo después de la operación forestal.
 - Diseñar (por ejemplo ancho, superficie) y construir los caminos teniendo en cuenta el tipo y la intensidad del tráfico previsto a largo plazo.
 - Aprovechar al máximo los caminos temporarios.
 - Reducir al mínimo el número de cruces de cursos de agua, y ubicar los cruces de caminos en lugares adecuados (por ejemplo, en los cursos de agua con lechos rocosos y riberas bajas).
 - Ubicar los caminos en suelos con buena capacidad de drenaje, dando preferencia a las zonas elevadas y, cuando sea posible, evitando los valles bajos.
 - Trazar los caminos fuera de las zonas ribereñas ordenadas y humedales.
 - Diseñar las redes viales con anticipación para reducir al mínimo la longitud y la densidad de los caminos. La anchura de los caminos debe reducirse al mínimo teniendo en cuenta los requisitos en materia de seguridad y transporte.
 - Los caminos deben diseñarse y situarse de manera tal que no actúen como presas que permiten la acumulación del agua detrás de los terraplenes.

- Debe permitirse que las copas de los árboles se unan sobre los caminos a fin de mantener la continuidad del hábitat.
- Aprovechar las curvas de nivel en el paisaje natural a fin de reducir al mínimo la tala y la construcción de terraplenes.
- En lo posible, el gradiente de los caminos no debe superar el 10%; el gradiente óptimo es de 5%.
- Las estructuras de drenaje de los caminos (por ejemplo, diques, declives, zanjas y drenajes transversales) deben construirse a intervalos adecuados para escurrir el agua fuera de su superficie.
- La forma de la superficie del camino (por ejemplo, declive convexo, declive hacia el exterior o declive del centro hacia los costados) debe permitir que el agua se escurra hacia los correspondientes canales de drenaje y la vegetación y evitar que se formen canales en los surcos.
- El agua que drena a los costados del camino debe ser desviada a intervalos regulares (por ejemplo mediante el uso de bermas, zanjas o alcantarillas) hacia la vegetación alejada del camino. Las salidas de una zona de drenaje pueden mejorarse utilizando una capa vegetal, semillas, pozos secos, plataformas de rocas y otras medidas de estabilización del suelo. Los drenajes no deben desagotar directamente en los cursos de agua, deben tener capacidad para adecuarse a las lluvias y las condiciones de escorrentía locales y deben ser sometidos a las actividades de mantenimiento que sean necesarias a fin de soportar el caudal previsto.
- En los caminos en pendientes pronunciadas y en curvas cerradas es conveniente cubrir la superficie de gravilla o de otro material.
- Debe evitarse enterrar residuos en la base del camino pues podrían ocasionar ondulaciones en la superficie y pozos y provocar erosión. Antes del uso, los caminos deben ser compactados.

Cuando la construcción de caminos sea inevitable, algunas de las técnicas recomendadas para prevenir y controlar sus impactos son las siguientes:

- El trazado y la construcción de los caminos (por ejemplo la ubicación del relleno) debe realizarse de manera que evite o limite las perturbaciones del hábitat acuático y terrestre y la vida silvestre (por ejemplo las zonas de anidamiento y reproducción) en los humedales y las zonas ribereñas.
- Los caminos de acceso a humedales deben construirse en ángulo elevado para reducir al mínimo el drenaje del agua de escorrentía hacia los humedales.
- No deben construirse lugares para descarga y depósito en los humedales.
- Deben instalarse drenajes transversales en la zona de humedales (por ejemplo, alcantarillas, puentes, materiales viales permeables) para reducir al mínimo la perturbación del caudal natural de agua.
- Los vehículos deben transitar por terrenos firmes, de ser posible, para evitar que los neumáticos dejen huellas en el camino. Es preferible usar equipos que ejerzan poca presión en el suelo (por ejemplo, máquinas con neumáticos anchos y/o de orugas) y estereras o troncos sobre las vías de arrastre, y deben suspenderse las actividades si se forma un número excesivo de surcos.

Durante el mantenimiento de los caminos se recomiendan las siguientes medidas de prevención y control:

- Establecer un programa de inspecciones de mantenimiento en forma regular.
- Retirar los residuos de las zanjas y otras estructuras de drenaje.
- Nivelar las superficies de los caminos para mantener la curva de nivel de drenaje, y rellenar los pozos prontamente.

- Si se aplican medidas de control de polvo, cerciorarse de que el agua de escorrentía no tenga un impacto adverso en la calidad del agua en las masas de agua circundantes y en el agua subterránea.

Las técnicas para evitar y controlar los impactos durante la clausura de los caminos incluyen las siguientes:

- Toda vez que sea probable que los caminos de tierra no se utilicen durante algún tiempo, debe procederse a labrar la tierra y reponer la vegetación con una cubierta baja apropiada, preferentemente con especies endémicas. Es posible que sea necesario agregar drenajes en forma periódica para evitar que el caudal de agua concentrado erosione la superficie del camino, o rellenar las ondulaciones en las zonas en que no se haya restablecido totalmente la topografía de la superficie.
- Deben retirarse las estructuras provisionales para drenaje y cruce de cursos de agua.
- Deben usarse técnicas de nivelación y de otro tipo para garantizar el drenaje a largo plazo de la superficie del camino.
- En caso de ser necesario, deben instalarse diques y estructuras para desviar el agua de drenaje.
- Debe cerrarse el acceso a caminos clausurados para evitar que sean usados por el público en general y para impedir la extracción sin control de madera y la caza furtiva.

Vías de arrastre y lugares para descarga y depósito

Las técnicas recomendadas para prevenir y controlar los impactos que producen los lugares para descarga y depósito y las vías de arrastre incluyen las siguientes:

- Situar las vías de arrastre y los lugares para descarga y depósito fuera de las zonas ribereñas ordenadas y los humedales. A fin de aprovechar al máximo el uso de las

vías previstas, el trazado de las rutas de las vías de arrastre debe preceder a las actividades de aprovechamiento y tala.

- Los lugares para descarga y depósito deben situarse en zonas con buen drenaje, y deben tener una leve pendiente para dirigir el agua de escorrentía hacia los canales de desviación que se vacían en matorrales u otros mecanismos de filtración de escorrentía.
- Los lugares para descarga y depósito pueden requerir controles periódicos de polvo (por ejemplo, uso de agua), y una vez usados, la tierra debe ser arada y debe reponerse la vegetación (así como remover la tierra si hubo compactación).
- En lo posible, las vías de arrastre deben ser rectas y sólo formarán curvas en las laderas cuya pendiente sea superior a 30°, aproximadamente.
- Se debe dar el mayor uso posible al conjunto de vías de arrastre señaladas. A fin de evitar la erosión, deben suspenderse las actividades de arrastre cuando el grado de humedad sea elevado.
- Debe reducirse al mínimo el uso de la pala de los tractores de desemboque para construir vías de arrastre. Una vez cortados, los matorrales se esparcen sobre la superficie de la vía de arrastre y los tocones deben talarse a ras del suelo.

Cruces de cursos de agua

En el caso de los cruces de cursos de agua, se recomiendan las siguientes medidas de prevención y control:

- Reducir al mínimo el movimiento vehicular sobre cursos de agua perennes e intermitentes, y en humedales. Cuando sea necesario atravesar un arroyo, el acceso debe hacerse en ángulo recto así como usar puentes, vados, entubamientos y otras técnicas para minimizar los impactos en las riberas, el caudal y la calidad del agua.

- Las estructuras del cruce (por ejemplo puentes, alcantarillas, vados) deben diseñarse de manera tal de soportar el caudal pico generado por tormentas de alta intensidad, y permitir el traslado de las especies acuáticas.
- Debe evitarse el movimiento vehicular sobre lechos de cursos de agua sin protección. Las vías de arrastre no deben atravesar los cursos de agua o los barrancos. Si el cruce es necesario, es preferible que el fondo del cauce sea de piedra dura.
- El drenaje de los caminos debe desviarse hacia la vegetación y no caer en el curso de agua.
- El acceso a los cruces debe ser estabilizado con agregados para evitar que un mayor volumen de sedimentos ingrese al curso de agua. Debe estabilizarse el suelo de las riberas del arroyo en el lugar del cruce utilizando una capa vegetal y semillas, cercados de contención de limo y fardos de paja.

Productividad del suelo

La productividad del suelo es parte integral de la sostenibilidad de la extracción de madera y la salud general de los ecosistemas forestales y la flora y fauna silvestres. Las operaciones de explotación forestal y la construcción de caminos suelen producir impactos físicos en el suelo, que incluyen compactación, formación de surcos, desplazamientos y erosión (véanse las secciones sobre erosión del suelo, caminos, vías de arrastre y lugares para descarga y depósito *supra*). Los impactos en las propiedades químicas del suelo pueden incluir variaciones en el nivel de pH y el equilibrio de nutrientes, mientras que en el caso de las propiedades biológicas, incluyen variaciones en las poblaciones de microflora y microfauna que son fundamentales para la formulación del suelo, los servicios de descomposición y los ciclos de los nutrientes para promover el crecimiento de los árboles (por ejemplo, micorriza).

Además de las mencionadas recomendaciones en materia de manejo de la erosión del suelo, las medidas para incrementar su productividad incluyen las siguientes:

- Programar las operaciones forestales para evitar los períodos en que el suelo está saturado (por ejemplo, a principios de la primavera e inmediatamente después del período de lluvias).
- Reducir al mínimo el uso de la tierra para lugares para descarga y depósito, caminos y vías de arrastre, utilizar vehículos que ejerzan poca presión sobre el suelo y aplicar una cubierta de desechos forestales sobre las vías de arrastre.
- Incluir la productividad del suelo y los ciclos de nutrientes entre las cuestiones relativas a la planificación y manejo de las actividades de explotación.
- Los surcos de los caminos y vías de arrastre deben ser reparados de inmediato para evitar la formación de barrancos.
- Antes de replantar / sembrar, evitar la preparación del suelo mediante el uso excesivo de maquinarias que extraen grandes volúmenes de humedad y la capa protectora de humus.
- Distribuir desechos forestales sobre el emplazamiento para proteger y proporcionar materia orgánica a las plántulas.
- Analizar la posibilidad de agregar nutrientes al suelo de conformidad con una estrategia de manejo integrado de nutrientes. En caso de ser necesario debido a que se han agotado, pueden agregarse nutrientes a las plantaciones forestales en el momento de la replantación. El objetivo de esta estrategia debe consistir en optimizar el rendimiento al mismo tiempo que se mantiene y mejora la condición de nutrientes del suelo, así como evitar la contaminación de los recursos hídricos subterráneos y la eutrofización de los recursos hídricos de superficie causadas por la escorrentía y la lixiviación de una cantidad excesiva de nutrientes.

Manejo de materiales peligrosos

Uso de combustibles y lubricantes

En las operaciones forestales y la construcción de caminos se utilizan maquinarias, vehículos y sus correspondientes combustibles y lubricantes, así como otros materiales que pueden causar impactos negativos si se producen derrames accidentales. Las máquinas utilizadas en la extracción de madera no deben ser lavadas cerca de cursos de agua a fin de evitar el ingreso de materiales peligrosos en las masas de agua. No debe reemplazarse el aceite / los fluidos hidráulicos en zonas sensibles, y el uso de fluidos debe ser controlado adecuadamente. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones para controlar y prevenir la contaminación causada por combustibles y productos químicos así como instrucciones para el almacenamiento y la eliminación de desechos.

Uso de plaguicidas

Las plagas y las medidas para combatir las son parte integral del manejo forestal. Las decisiones respecto del uso de plaguicidas deben ser tomadas en el marco de los objetivos y las metas en materia de manejo forestal y lucha contra las plagas. Los plaguicidas pueden ser necesarios para proteger el asentamiento y crecimiento, o el mantenimiento, de las especies o las condiciones deseadas en los bosques, y pueden usarse de manera amplia para evitar que los insectos xilófagos dañen la madera apilada antes de que sea retirada de la concesión forestal. No obstante, puesto que las plagas forman parte del ecosistema forestal, es indudable que cualquier intento de eliminarlas mediante el uso amplio de plaguicidas también afectará a los otros componentes del ecosistema. El uso de plaguicidas puede estar justificado en el caso de las *plantaciones* forestales, mientras que en los *bosques naturales manejados* debe limitarse, principalmente, a aplicaciones concretas.

El objetivo principal de la lucha contra las plagas no consiste en erradicar todos los organismos o especies sino en controlar las plagas y las enfermedades que pueden tener un efecto adverso en las especies forestales deseadas, de manera tal que no alcancen el nivel en que serían económica y ambientalmente perjudiciales. A fin de evitar que las plagas emigren a medios terrestres o acuáticos adyacentes al emplazamiento, el manejo de los plaguicidas debe formar parte de una estrategia de manejo integrado de plagas y un plan documentado de manejo de plagas. Al formular y aplicar una estrategia de este tipo, deben tenerse en cuenta las siguientes etapas, así como dar prelación a las prácticas alternativas de control de plagas y utilizar los plaguicidas químicos sintéticos como última instancia.

Medidas alternativas al uso de plaguicidas

Toda vez que sea posible, deben tenerse en cuenta las siguientes medidas alternativas al uso de plaguicidas:

- Impartir capacitación a las personas encargadas de las decisiones en materia de plaguicidas a fin de que puedan identificar las plagas y malezas y hacer reconocimientos sobre el terreno.
- Usar variedades arbóreas resistentes a las plagas.
- Usar medios mecánicos de control de malezas y/o desyerbado térmico.
- Proteger a los enemigos naturales de las plagas proporcionándoles un hábitat favorable, como matorrales que sirvan como lugares de anidamiento y otras clases de vegetación original que puedan albergar a depredadores de plagas.
- Favorecer y usar organismos beneficiosos, como insectos, aves, ácaros y agentes microbianos, para llevar a cabo un control biológico de las plagas.
- Utilizar controles mecánicos, como trampas, barreras y luz, para matar, reubicar o repeler a las plagas.

Aplicación de plaguicidas

En los casos en que es necesario aplicar plaguicidas, los usuarios deben tener en cuenta las siguientes precauciones para reducir la probabilidad de impactos en el medio ambiente:

- Impartir capacitación al personal con respecto a la aplicación de plaguicidas y cerciorarse de que los empleados hayan recibido las certificaciones correspondientes o capacitación equivalente cuando esas certificaciones no se requieran¹³.
- Usar los plaguicidas como se indica en la etiqueta provista por el fabricante, en la que se incluye la información necesaria respecto de la dosis recomendada y las medidas para usar el plaguicida de una manera segura.
- Aplicar los plaguicidas sobre la base de criterios tales como la observación de campo de la plaga fijada como objetivo, la información sobre el clima, el tiempo del tratamiento y la dosis, y registrar esa información en un libro diario específico del plaguicida.
- Evitar el uso de plaguicidas incluidos en las clases de toxicidad 1a y 1b de la clasificación de los plaguicidas por su peligrosidad recomendada por la Organización Mundial de la Salud.
- Evitar el uso de plaguicidas incluidos en la clasificación de los plaguicidas por su peligrosidad recomendada por la OMS si el país receptor del proyecto no cuenta con las restricciones correspondientes de distribución y utilización de estos productos químicos o si es probable que lleguen a las manos de personas que no posean la capacitación, el equipo y las instalaciones necesarios para manipularlos, almacenarlos, aplicarlos y eliminarlos como corresponde.

¹³ La Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (2006) proporciona ejemplos de planes de certificación. Este organismo clasifica a los plaguicidas en dos categorías —“sin restricciones” y “de uso restringido”— y establece que los trabajadores que aplican plaguicidas sin restricciones deben recibir capacitación de conformidad con la Norma de protección del trabajador para plaguicidas agrícolas (CFR 40 Parte 170). También se exige que la aplicación de plaguicidas de uso restringido sea realizada por un aplicador certificado de plaguicidas, o en su presencia.

- Evitar el uso de los plaguicidas incluidos en los Anexos A y B del Convenio de Estocolmo, salvo en las condiciones señaladas en el convenio¹⁴.
- Usar exclusivamente plaguicidas que se fabrican bajo licencia y que están registrados y aprobados por la autoridad competente y cumplen los requisitos establecidos en el Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas de la FAO¹⁵.
- Usar exclusivamente plaguicidas cuyas etiquetas se ajustan a pautas y normas internacionales, como las Directrices revisadas para el etiquetado correcto de plaguicidas de la FAO¹⁶.
- Seleccionar exclusivamente aquellas tecnologías y prácticas de aplicación que permitan reducir la dispersión o escorrentía no intencionales, y utilizarlas en condiciones controladas.
- Mantener y calibrar los equipos de aplicación de plaguicidas de conformidad con las recomendaciones del fabricante.
- Establecer zonas o fajas de amortiguación no tratadas a lo largo de las fuentes de agua, ríos, arroyos, estanques, lagos y zanjas a fin de contribuir a proteger los recursos hídricos.

Manipulación y almacenamiento de plaguicidas

A fin de prevenir, reducir o controlar la contaminación potencial de los suelos, el agua subterránea o los recursos de aguas superficiales, causada por derrames accidentales durante la transferencia, mezcla y almacenamiento, los plaguicidas deben almacenarse y manipularse de acuerdo con las recomendaciones para el manejo de materiales peligrosos que

¹⁴ El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (2001).

¹⁵ FAO (2002c)

¹⁶ FAO (2002c)

se incluyen en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. También se recomienda lo siguiente:

- Almacenar los plaguicidas en su envase original, en un lugar seco, fresco, sin hielo, bien ventilado y utilizado exclusivamente para ese fin, que pueda ser cerrado con llave e identificado correctamente con señales, y al que sólo tenga acceso el personal autorizado¹⁷. En ese lugar no deben almacenarse alimentos para seres humanos ni animales. Además, el sitio debe estar diseñado para contener derrames y ubicado de acuerdo con las posibilidades de contaminación del suelo y el agua.
- La mezcla y la transferencia de los plaguicidas debe ser realizada por personal capacitado, en zonas ventiladas y bien iluminadas, utilizando contenedores diseñados y destinados exclusivamente a ese fin.
- Los contenedores no deben utilizarse para ningún otro fin (por ejemplo, para beber agua). Los contenedores contaminados deben ser considerados residuos peligrosos y tratados del modo correspondiente. La eliminación de los contenedores contaminados con plaguicidas deberá realizarse siguiendo las directrices de la FAO y las instrucciones del fabricante¹⁸.
- No comprar y almacenar más cantidad de plaguicidas de lo necesario y utilizarlos por orden de entrada al almacén de manera tal que no se vuelvan obsoletos¹⁹. Además, debe evitarse el uso de plaguicidas obsoletos en todos los casos²⁰. Debe prepararse un plan de manejo que incluya medidas para el envasado, el almacenamiento y la eventual destrucción de todas las cantidades obsoletas, de conformidad con las directrices de la FAO y los

¹⁷ FAO (2002c).

¹⁸ Véanse las Directrices de la FAO para la eliminación de residuos de plaguicidas y de envases de plaguicidas.

¹⁹ Véase FAO (1996).

²⁰ Véase el manual de la FAO sobre el almacenamiento y el control de existencias de plaguicidas. Colección FAO: Eliminación de plaguicidas No. 3 (1996).

compromisos nacionales en virtud de los convenios de Estocolmo, Rotterdam y Basilea.

- Recoger el agua de enjuague tras el lavado de los equipos para reutilizarla (por ejemplo para diluir plaguicidas idénticos a fin de obtener las concentraciones necesarias para la aplicación).
- Asegurarse de que las vestimentas protectoras utilizadas durante la aplicación de los plaguicidas se limpien o eliminen utilizando métodos inocuos para el medio ambiente.
- Determinar zonas de protección aledañas a las bocas de pozos de agua subterránea para la aplicación y almacenamiento de plaguicidas.
- Mantener registros del uso y la eficacia de los plaguicidas.

Impactos visuales

Las operaciones forestales y los sistemas viales pueden generar impactos visuales negativos en los recursos asociados con otros usos del bosque (por ejemplo recreación, turismo).

Las recomendaciones para prevenir y reducir al mínimo los impactos visuales negativos del manejo forestal incluyen las siguientes:

- En la etapa previa a la explotación forestal, identificar los impactos visuales potenciales e incorporar en el plan de manejo forestal estrategias de prevención y/o mitigación, entre ellas:
 - Identificar las características del paisaje natural (por ejemplo la topografía) y, cuando sea posible, evitar los patrones artificiales de explotación. Al diseñar los límites de la zona a talar en áreas visualmente delicadas, utilizar las técnicas de trazado de mapas y formulación de modelos del sistema de información

geográfica (GIS) para reducir la extensión e intensidad de la zona visualizada (por ejemplo, incluir una faja arbolada a lo largo del límite entre las superficies taladas y los caminos; triturar y retirar los desechos forestales acumulados cerca de las calzadas).

- Diseñar sistemas viales que cumplan los requisitos en materia de calidad visual y de manejo de los recursos madereros, entre ellos:
 - Reducir al mínimo el número de salidas a calzadas sensibles (por ejemplo rutas de viaje o recreación).
 - Situar los caminos y los bancos de grava con el fin de reducir al mínimo la probabilidad de que sean vistos desde los panoramas escénicos o las masas de agua.
 - Incluir curvas en el trazado de los caminos para reducir al mínimo la visión en línea recta del interior del bosque.

1.2 Salud y seguridad ocupacional

Los principales peligros en materia de salud y seguridad que afrontan los trabajadores en proyectos forestales incluyen los siguientes:

- Riesgos físicos
- Ruidos y vibraciones
- Incendios
- Riesgos químicos

Riesgos físicos

Las personas que trabajan en operaciones forestales corren el riesgo de sufrir graves lesiones físicas debido al tipo de actividades que realizan. Estas lesiones pueden deberse al uso indebido de motosierras y hachas o machetes durante las actividades de tala, tronzado y desrame. El uso de cables para extraer las trozas también plantea riesgos porque estos pueden romperse bajo tensión o soltar repentinamente la carga y así

causar lesiones a los obreros. La caída de árboles y ramas sueltas es una de las principales causas de lesiones, especialmente cuando los trabajadores realizan operaciones de limpieza para retirar los árboles y ramas volteados por el viento así como la maleza enmarañada y los árboles colgados.

Equipo de corta

Las recomendaciones para prevenir y controlar las lesiones que puede ocasionar el equipo de corta incluyen las siguientes:

- Los trabajadores deben recibir capacitación adecuada para el uso seguro del equipo de corta, así como sobre las medidas de seguridad y la coordinación del grupo de trabajo.
- El equipo debe ser mantenido en condiciones adecuadas así como incluir todos los dispositivos de seguridad necesarios (por ejemplo protectores para hojas de sierras).
- Debe proporcionarse a los trabajadores, y exigirles que usen, todo el equipo de protección personal que sea necesario (por ejemplo guantes, calzado, vestimenta protectora, cascos).
- El emplazamiento debe contar con un equipo de primeros auxilios y personal capacitado, y con procedimientos para realizar una evacuación de emergencia.

Caída de árboles y uso de cables para extracción de trozas

Las recomendaciones para controlar y prevenir las lesiones relacionadas con la caída de árboles y el uso de cables incluyen las siguientes:

- Salvo el operador de la motosierra y un asistente, durante las operaciones de tala no puede haber ningún otro trabajador en un radio de distancia del alto de dos árboles.
- Antes de ingresar a las zonas afectadas, los trabajadores deben recibir capacitación en operaciones de limpieza para retirar los árboles y ramas volteados por el viento.

- Los trabajadores deben usar cascos en todo momento cuando trabajan bajo una cubierta forestal y existe riesgo de caída de ramas.
- Cuando se utilizan cables en tensión para la extracción de árboles, no debe haber ningún trabajador en un radio de distancia del doble de la longitud del cable a partir del punto seguro más cercano.

Maquinarias y vehículos

Existe la posibilidad de que se produzcan accidentes relacionados con el uso de maquinarias y vehículos, tales como tractores y máquinas cosechadoras, así como durante el transporte de los trabajadores por caminos con un mantenimiento deficiente. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen indicaciones respecto de los impactos y controles en materia de salud y seguridad ocupacional relacionados con la operación y reparación de equipos y vehículos.

Trabajo individual y aislado

En algunas operaciones forestales es necesario que el obrero trabaje solo y en forma constante durante períodos superiores a una hora, sin poder comunicarse verbal o visualmente con un supervisor, otros trabajadores u otras personas que puedan prestarle ayuda o asistencia. Consiguientemente, corre un riesgo mayor en caso de sufrir un accidente o lesión. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones sobre las medidas a tomar en las situaciones en que los trabajadores están aislados.

Ruidos y vibraciones

Las motosierras, los vehículos y otros equipos forestales mecánicos emiten niveles de ruido excesivos. Algunas maquinarias de extracción de madera someten a los trabajadores a niveles de vibración inseguros que pueden causar una lesión laboral en los órganos internos o en las

manos. Por lo tanto, es preciso instalar dispositivos que reduzcan las vibraciones en las motosierras y en los asientos de las máquinas cosechadoras. No obstante, puesto que es imposible eliminar la mayoría de las fuentes de ruido en las operaciones forestales, las medidas de control deben incluir el uso de protectores auditivos individuales por el personal expuesto y la implementación de programas de rotación en el trabajo para reducir la exposición acumulativa a las vibraciones. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones sobre el control de los ruidos en el trabajo.

Incendios

Los incendios forestales causados por sucesos naturales (por ejemplo rayos) o error humano plantean uno de los riesgos más importantes para la rentabilidad y sostenibilidad de los recursos forestales. En los bosques naturales, la apertura de la cubierta vegetal mediante la tala selectiva suele generar una proliferación de vegetación a ras del suelo, que a menudo trae consigo un aumento del peligro de ignición a raíz de la presencia de obreros forestales o personas que usan los caminos para ingresar al bosque.

La quema prescrita es una técnica de manejo de la tierra que puede usarse para reducir la presencia de combustible de madera (por ejemplo desechos forestales) cuando existe un volumen excesivo y atenuar así el riesgo de que ocurran incendios forestales; para preparar la tierra antes de replantar vegetación / sembrar, y para establecer ciclos de regeneración del bosque natural para ciertas especies, así como para otros usos.

Las medidas recomendadas para prevenir y controlar el riesgo de incendio forestal incluyen:

- Creación de un sistema de seguimiento del riesgo de incendios.

- Preparación de un plan formal de manejo y respuesta ante incendios respaldado por los recursos y la capacitación que sean necesarios, que incluye impartir capacitación a los trabajadores en el uso de equipos para extinción de incendios y evacuación. Los procedimientos pueden incluir actividades de coordinación con las autoridades locales. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen más recomendaciones sobre preparación y respuesta en situaciones de emergencia.
- Las operaciones forestales deben contar con equipos para extinción de incendios adecuados a la magnitud de las operaciones y que reúnan las especificaciones técnicas establecidas a nivel internacional (por ejemplo matafuegos y pulverizadores de mochila, pequeñas bombas o tanques portátiles de agua, camiones cisterna y aviones hidrantes).
- Remoción, en forma regular, de las acumulaciones de combustible de alto riesgo (por ejemplo mediante operaciones de aclareo y quema prescrita). Las operaciones de aclareo y quema prescrita deben programarse con el propósito de evitar las temporadas de peligro de incendios forestales. La quema prescrita²¹ debe llevarse a cabo en cumplimiento con las reglamentaciones aplicables en la materia y los requisitos respecto de los equipos de extinción de incendios y, generalmente, deben estar supervisadas por un inspector de incendios.
- Creación y mantenimiento de una red de áreas cortafuego de materiales menos inflamables o tierra desbrozada para detener el avance del fuego y permitir el acceso de los equipos de extinción de incendios.

²¹ Si la quema prescrita es necesaria, primero deben analizarse los impactos potenciales en la calidad del aire y luego realizarla en un todo de acuerdo con los requisitos locales en materia de manejo de la calidad del aire.

Riesgos químicos

Exposición a plaguicidas

Los impactos en la salud y seguridad ocupacional asociados con los plaguicidas son similares a los de otras sustancias peligrosas, y su prevención y control se analizan en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**. La exposición potencial a plaguicidas incluye el contacto con la piel y la inhalación durante la preparación y aplicación. El efecto de esos impactos puede ser mayor dependiendo de las condiciones climáticas, como el viento, que aumenta la probabilidad de dispersión no intencional, o las temperaturas elevadas, que pueden hacer que el operador prefiera no utilizar el equipo protector individual. Las recomendaciones específicas para la producción de cultivos en plantaciones incluyen las siguientes:

- Impartir capacitación al personal con respecto a la aplicación de plaguicidas y cerciorarse de que los empleados hayan recibido las certificaciones correspondientes²², o capacitación equivalente cuando esas certificaciones no se requieran.
- Utilizar los plaguicidas de acuerdo con las etiquetas.
- Respetar los intervalos posteriores al tratamiento para evitar la exposición de los operadores durante el reingreso a zonas con residuos de plaguicidas.
- Asegurarse de que se sigan las prácticas higiénicas correspondientes (de conformidad con lo establecido por la FAO y el plan de manejo de plagas) a fin de evitar la exposición de los familiares a los residuos de plaguicidas.

²² La Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos clasifica a los plaguicidas en dos categorías —“sin restricciones” y “de uso restringido”— y establece que los trabajadores que aplican plaguicidas sin restricciones deben recibir capacitación de conformidad con la Norma de protección del trabajador para plaguicidas agrícolas (CFR 40 Parte 170). Los plaguicidas de uso restringido deben ser utilizados por un aplicador certificado de plaguicidas, o en su presencia. Para más información, visite: <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

1.3 Salud y seguridad en la comunidad

En los proyectos forestales, los peligros para la salud y seguridad en la comunidad incluyen, principalmente, los siguientes:

- Recursos hídricos
- Incendios
- Transporte
- Exposición a plaguicidas

Recursos hídricos

A menudo, las comunidades dependen de los recursos hídricos subterráneos y de superficie de los bosques, y una disminución en su calidad o cantidad causada por las operaciones forestales puede afectar el abastecimiento de agua potable y para higiene así como otros servicios prestados por el ecosistema (por ejemplo, pesquerías). A fin de proteger los recursos hídricos, las empresas forestales deben implementar las recomendaciones que se incluyen en la sección sobre la calidad del agua del presente documento. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientación adicional sobre cuestiones de salud y seguridad en la comunidad relacionadas con los recursos hídricos.

Incendios

Los incendios que se originan en los bosques pueden poner en peligro a las comunidades situadas en zonas adyacentes. Consiguientemente, deben prepararse planes de manejo y respuesta ante incendios con la participación de las autoridades locales y las comunidades potencialmente afectadas.

Transporte

Los vehículos grandes que transportan cargas pesadas de productos forestales en los caminos principales y secundarios que atraviesan las comunidades locales pueden exponer al

público a graves riesgos. El transporte vial también puede tener otros impactos en las comunidades, como niveles de polvo inaceptables y perturbaciones ocasionadas por el ruido. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen recomendaciones para prevenir y controlar los peligros derivados del transporte, incluida la seguridad vial, la eliminación del polvo, la mitigación del ruido y el transporte de productos peligrosos.

Exposición a plaguicidas

Cuando se utilizan plaguicidas en gran escala, la pulverización accidental puede exponer al público a concentraciones de plaguicidas inaceptables. Los plaguicidas pueden afectar la salud de la comunidad de la misma manera que afectan a los operadores individuales (véase la sección sobre salud y seguridad ocupacional), a través del contacto con la piel o la inhalación de esos productos químicos como resultado de la aplicación. Las condiciones climáticas, como la velocidad del viento, aumentan las posibilidades de que la comunidad esté expuesta a plaguicidas en el medio ambiente, mientras que la posibilidad de exposición a niveles residuales en los productos después de la cosecha suele depender de que se hayan seguido las instrucciones para el uso del plaguicida. Por otra parte, la comunidad también está expuesta al riesgo de contacto de la piel con los residuos en contenedores, envases, etc. La eliminación inadecuada de los contenedores usados para transportar y almacenar plaguicidas plantea un riesgo adicional cuando las comunidades los vuelven a utilizar, por ejemplo, para agua potable.

Las recomendaciones para controlar y prevenir la exposición a plaguicidas incluyen las siguientes:

- Toda vez que sea posible, evitar la aplicación aérea de plaguicidas.

- Utilizar productos biológicos o seguros siempre que sea posible.
- Implementar un sistema para alertar a las comunidades vecinas respecto de la aplicación de plaguicidas en el bosque.
- No deben aplicarse plaguicidas cerca de los cursos de agua.
- Limpiar (por ejemplo, utilizando una técnica de presión o de triple enjuague) y eliminar (por ejemplo mediante trituración, desmenuzamiento o devolución a los proveedores) los envases y contenedores de plaguicidas a fin de cerciorarse de que no sean usados posteriormente como contenedores de alimentos o agua potable.

2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

2.1 Medio ambiente

Guía sobre emisiones y efluentes

Generalmente, el sector forestal no genera una fuente puntual significativa de emisiones o efluentes en el aire. En los casos en que exista polvo o escorrentía de aguas potencialmente contaminadas, las operaciones en el emplazamiento deben cumplir con los principios y orientaciones descritos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** para cumplir con las normas en materia de calidad del aire ambiente y el agua de superficie.

Seguimiento ambiental

En los programas de seguimiento ambiental para este sector deben abordarse todas las actividades identificadas que podrían tener impactos importantes en el medio ambiente durante las operaciones normales y en condiciones irregulares. Las actividades de seguimiento ambiental deben basarse en indicadores directos o indirectos aplicables al proyecto concreto. Los indicadores que pueden utilizarse para el

seguimiento incluyen: el rendimiento de los productos forestales extraídos y las tasas de crecimiento / regeneración del bosque, las incursiones de especies invasivas, así como el total de sólidos en suspensión y la turbiedad de la escorrentía fuera del emplazamiento.

Las actividades de seguimiento deben llevarse a cabo con la frecuencia que sea suficiente para proporcionar datos representativos sobre el parámetro en cuestión. Estas actividades deben ser realizadas por personas idóneas, que han de seguir los procedimientos indicados de seguimiento y mantenimiento de registros y utilizarán equipos calibrados y mantenidos adecuadamente. La información obtenida debe ser analizada y examinada a intervalos regulares y comparada con las normas operativas con el fin de adoptar las medidas correctivas que sean necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientación adicional sobre los métodos analíticos y de muestreo que pueden aplicarse en el caso de las emisiones y efluentes.

2.2 Salud y seguridad ocupacional

Guía sobre salud y seguridad ocupacional

Para evaluar el desempeño en materia de salud y seguridad ocupacional deben utilizarse las directrices sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: las directrices sobre el Valor Límite de Umbral de exposición ocupacional (TLV®) y los Índices de exposición biológica (BEI®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)²³, la Guía de Bolsillo sobre Peligros Químicos publicada por el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH, por su sigla en inglés) de los Estados Unidos²⁴, los Límites Permisibles de Exposición publicados por la Administración de Seguridad e Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA, por su sigla en

²³ Disponible en <http://www.acgih.org/TLV/> y en <http://www.acgih.org/store/>.

²⁴ Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

inglés)²⁵, los Valores Límite Indicativos de Exposición Ocupacional publicados por los estados miembros de la Unión Europea²⁶, u otras fuentes similares.

Tasas de accidentes y mortalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar una pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad o, inclusive, muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)²⁷.

Seguimiento de la salud y seguridad ocupacional

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el ambiente de trabajo del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y aplicadas por profesionales acreditados²⁸ como parte de un programa de seguimiento de la salud y seguridad ocupacional. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades del trabajo así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guía generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientación adicional sobre los programas de seguimiento de la salud y seguridad ocupacional.

²⁵ Disponible en http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992.

²⁶ Disponible en http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

²⁷ Disponible en <http://www.bls.gov/iif/> y en <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

²⁸ Los profesionales acreditados incluyen: higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

3.0 Referencias y fuentes adicionales

- Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos. 2006. CFR 40 Parte 170: Norma de protección del trabajador para plaguicidas agrícolas. Disponible en: <http://www.epa.gov/pesticides/safety/workers/PART170.htm>
- Bertault, J.G. y P. Sist. 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan. *Forest Ecology and Management* 94(1-3): 209-218.
- Bowyer J., J. Howe, P. Guillery y K. Fernholz. 2005. *Reduced Impact Logging: A Lighter Approach to Harvesting in The World's Tropical Forests*. Minneapolis, MN: Dovetail Partners Inc. Disponible en: <http://www.dovetailinc.org/DovetailRIL0805.html>
- Centro Internacional de Investigaciones Forestales (CIFOR) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2005. *Forests & Floods: Drowning in fiction or thriving on facts? Bangkok: FAO y Bogor: CIFOR*. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/>
- Chutter, M. 1994. The rapid biological assessment of stream and river water quality by means of the macroinvertebrate community in South Africa. In M.C. Uys (ed.), *Classification of rivers and environmental health indicators. Actas de un taller realizado conjuntamente por Sudáfrica y Australia, del 7 al 14 de febrero, en Ciudad del Cabo, Sudáfrica*. Water Research Commission Report No. TT 63/94.
- Cochrane, M. y otros. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamics of closed canopy tropical forests. *Science*, 284, 1832 – 1835.
- Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. Disponible en: <http://www.pops.int/>
- Corporación Financiera Internacional (IFC). 2006. *Performance Standard 6: Biodiversity Conservation and Sustainable Natural Resource Management*. Washington, DC: IFC. Disponible en: <http://www.ifc.org/envsocstandards>
- Corporación Financiera Internacional (IFC). 2006. *Performance Standard 3: Pollution Prevention and Abatement*. Washington, DC: IFC. Disponible en: <http://www.ifc.org/envsocstandards>
- Day J. 2000. *Biomonitoring: Appropriate Technology for the 21st Century*. Actas del primer simposio de WARFSA/Waternet: Sustainable use of Water Resources, Maputo, 1 y 2 de noviembre de 2000.
- Dickens C.W.S. y P.M. Graham. 2002. *The South African Scoring System (SASS) Version 5 Rapid Bioassessment Method for Rivers*. *African Journal of Aquatic Science*. 27:1-10.
- Elias, G. Applegate, K. Kartawinata, Machfudh y A. Klassen. 2001. *Reduced Impact Logging Guidelines For Indonesia*. Bogor, Indonesia: CIFOR. Disponible en: <http://www.cifor.cgiar.org/Publications/books>
- Evans J. y J. Turnbull. 2004. *Plantation Forestry in the Tropics*. Tercera edición. Oxford: Oxford University Press.
- FAO. 2003. *The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper*. Forest Health and Biosecurity Working Paper FBS/3E. Forestry Department. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/>
- FAO. 2002c. *Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas (versión revisada, noviembre de 2002)*. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>
- FAO. 1999. *Comisión Forestal para Asia y el Pacífico, Código regional de prácticas de explotación forestal para Asia y el Pacífico*. Roma: FAO. Disponible en: www.fao.org/docrep/004/ac142e/ac142e00.htm
- Forest Industry Environmental Committee. 2002. *Environmental Guidelines for Commercial Forestry Plantations in South Africa*. Rivonia: Forestry South Africa.
- Hamer K.C., J.K. Hill, S. Benedick, N. Mustaffa, T.N. Sherratt, M. Maryati y V.K. Chey. 2003. *Ecology of Butterflies in natural and selectively logged forests of northern Borneo: the importance of habitat heterogeneity*. *J. Appl. Ecol.* 40, 150-162.
- Hill J.K., K.C. Hamer, M.M. Dawood, J. Tangah y V.K. Chey. 2003. *Interactive effects of rainfall and selective logging on a tropical forest butterfly in Sabah, Borneo*. *J. Trop. Ecol.* 19: 1-8.
- Hughes, C.E. 1995. *Protocols for plant introductions with particular reference to forestry: changing perspectives on risks to biodiversity and economic development*. In C.H. Stirton, ed. *Weeds in a changing world*. British Crop Protection Council (BCPC) Symposium, Acta No. 64, pp. 15–32. Farnham: BCPC.
- Jennings S. y J. Jarvie. 2003. *A Sourcebook for Landscape Analysis of High Conservation Value Forests*. Versión 1. Oxford: Proforest. Disponible en: <http://www.proforest.net/publications>
- Jennings S., R. Nussbaum, N. Judd y T. Evans. 2003. *The High Conservation Value Forest Toolkit*. Edition 1. Oxford: Proforest. Disponible en: <http://www.proforest.net/publications>
- Matthews J.D. 1989. *Silvicultural Systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Noordwijk M., J.G. Poulsen y P.J. Ericksen. 2004. *Quantifying off site effects of land use change: filters flows fallacies*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 104: 19-34
- Nussbaum R. y M. Simula. 2005. *The forest certification handbook*. Segunda edición. Londres: Earthscan.
- Nussbaum, R., I. Gray y S. Higman. 2003. *Modular Implementation and verification (MIV): a toolkit for the phased application of forest management standards and certification*. Oxford: Proforest.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1996. *Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal*. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1996. *Recording and Notification of Occupational Accidents and Diseases*. An ILO Code of Practice. Ginebra: OIT. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1998. *Safety & Health in forestry work*. An ILO code of practice. Ginebra: OIT. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). *SafeWork Bookshelf*. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. Wood Harvesting. Disponible en: <http://www.ilo.org/encyclopaedia/>
- Palmer R.W. y E.D. Taylor. 2004. *The Namibian Scoring System (NASS) Versión 2: Rapid Bioassessment for rivers*. *African Journal of Aquatic Science*. 29: 229-234.
- Richardson, D.M. y S.I. Higgins. 1998. *Pines as invaders in the southern hemisphere*. In D.M. Richardson, ed. *Ecology and biogeography of Pinus*, pp. 450–473. Cambridge: Cambridge University Press.
- Richardson, D.M. 1998. *Forestry trees as invasive aliens*. *Conservation Biol.*, 12(1): 18–26.
- Richardson, D.M., I. A.W. Macdonald y G.G. Forsyth. 1989. *Reductions in plant species richness under stands of alien trees and shrubs in the fynbos biome*. *South African Forestry J.*, 149: 1–8.

Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek, M.G. Barbour, F.D. Panetta y C.J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6(2): 93–107.

Sist P., D. Dykstra y R. Fimbel. 1998. Reduced-Impact Logging Guidelines for Lowland and Hill Dipterocarp Forests in Indonesia. Occasional Paper No. 15. Bogor: CIFOR.

Sist, P., R. Fimbel, D. Sheil, R. Nasi y M-H. Chevallier. 2003. Towards sustainable management of mixed dipterocarp forests of South-east Asia: moving beyond minimum diameter cutting limits. *Environmental Conservation* 30(4): 364-374.

South Africa Department of Water Affairs and Forestry (DWAF). 2000. Water Conservation and Demand Management Strategy for the Forest Sector in South Africa. Pretoria: DWAF.

Tucker, K. y D.M. Richardson. 1995. An expert system for screening potentially invasive alien plants in fynbos. *Journal of Environmental Management*, 44: 309-338.

van Wilgen B.W., D.M. Richardson, D.C. le Maitre, C. Marais y D. Magadlela. 2001. The economic consequences of alien plant invasions: examples of impacts and approaches to sustainable management in South Africa. *Environment, Development and Sustainability* 3: 145–168, 2001.

Wisconsin Department of Natural Resources (WDNR). 2003. Division of Forestry. Wisconsin Forest Management Guidelines. PUB-FR-226 2003. Madison, WI: WDNR. Disponible en:
<http://www.dnr.state.wi.us/ORG/LAND/forestry/publications/Guidelines/toc.htm>

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

El sector de manejo forestal se dedica a la producción de madera en rollo que se utiliza, principalmente, como insumo en procesos industriales. En términos generales, el sector forestal puede dividirse en dos segmentos: plantaciones forestales y bosques naturales. Las plantaciones forestales reemplazan la vegetación endémica —a menudo con especies exóticas—, están sujetas al manejo correspondiente y, por lo general, producen entre 5 y 30 metros cúbicos de madera redonda por hectárea al año ($m^3/ha/a$). El aprovechamiento de los bosques naturales suele ser selectivo y la producción de madera varía entre 0,01 y cinco $m^3/ha/a$.

Los ecosistemas forestales ofrecen varios servicios, entre ellos agua dulce, alimentos, madera, combustible, fibras, regulación de la biodiversidad, ciclos de nutrientes, regulación de la calidad del aire y el clima, oportunidades recreativas y recursos de turismo, entre otros.

Las inversiones en manejo forestal suelen estar asociadas con plantas de procesamiento específicas cuya demanda de materia prima es elevada. Consiguientemente, el manejo forestal abarca, a menudo, grandes zonas. Por lo general, la zona sujeta a manejo aumenta año a año a medida que el proyecto progresa. No obstante, en las actividades de identificación y mitigación de los impactos debe tenerse en cuenta la superficie total sujeta a manejo que se necesita para satisfacer la demanda de la industria.

En casi todos los casos, en la operación de corta final es preciso usar maquinaria pesada para extraer los árboles. En los sistemas de plantación, los troncos individuales suelen pesar menos de una tonelada, pero en algunas ocasiones los troncos de bosques naturales superan las 20 toneladas.

Hay una gran variedad de actividades secundarias que son necesarias para el funcionamiento de la operación forestal pero que, a menudo, se realizan fuera del emplazamiento, entre ellas las zonas destinadas al mantenimiento de los vehículos y otros talleres así como viveros para la propagación de plántulas que luego serán replantadas. Una característica frecuente de estos sitios es que allí el uso de productos químicos, aceites y combustibles es más intenso.

El manejo forestal es una actividad que se realiza al aire libre y, consiguientemente, las personas deben trabajar en todo tipo de condiciones climáticas, en terrenos difíciles y usando equipos peligrosos.

Manejo de plantaciones forestales

Generalmente, las plantaciones forestales se caracterizan por tener rodales de una sola especie con árboles de la misma edad. Estos rodales suelen abarcar de 10 ha a 100 ha, aunque también es posible encontrar rodales grandes de hasta 3.000 ha. Las propiedades forestales abarcan desde unos pocos miles de hectáreas hasta decenas de miles de hectáreas y, a menudo, tienen múltiples rodales de especies diferentes a fin de aprovechar al máximo la productividad de los emplazamientos y ofrecer una gran variedad de productos al mercado. Los rodales situados en la propiedad tienen árboles de diversas edades, lo que permite enviar madera redonda al mercado en forma constante. Las plantaciones se caracterizan por operaciones de silvicultura intensiva²⁹ durante el período de vida del rodal y, por lo general, el rodal se corta a hecho al final del turno. Las operaciones de silvicultura suelen incluir todas o algunas de las siguientes actividades:

- Cultivo en el emplazamiento

²⁹ El cuidado y cultivo de árboles forestales

- Fertilización
- Eliminación de la maleza en forma manual o con productos químicos
- Entresaca
- Poda
- Explotación intermedia
- Corta final
- Puesto que el sistema se basa en rodales con árboles de la misma edad, es posible que grandes superficies queden sin cubierta forestal durante varios años en la fase de regeneración.

Manejo de bosques naturales

El manejo de los bosques naturales es más variable y complejo que el de las plantaciones. Se caracteriza por un gran espectro de prácticas posibles que van de la extracción selectiva de unos pocos árboles por hectárea hasta la corta a hecho de grandes zonas a intervalos que oscilan entre 50 y 100 años. En ocasiones, los rodales se regeneran plantando plántulas en gran escala, pero generalmente se practica la regeneración natural a partir de semillas. En algunos casos se utilizan prácticas de silvicultura intermedia, como la entresaca para reducir la densidad, con el fin de intensificar el crecimiento y reducir la competencia en torno a las especies valiosas.

Productos forestales no madereros

Los productos forestales no madereros son un recurso importante para uso tanto comercial como de subsistencia. Los productos importantes desde el punto de vista comercial incluyen: carne de animales silvestres, miel, hongos, caña de la India, plantas de follaje, flores, plantas medicinales, frutas y hortalizas, que pueden venderse en los mercados locales o internacionales en forma elaborada o no elaborada. Estos productos no suelen cultivarse a escala comercial aunque algunos se han adaptado con éxito, como el helecho *ruhmora adiantifolia*. En la mayoría de los casos, los productos forestales no madereros se recogen en estado silvestre, lo que muchas veces ha ocasionado el agotamiento del recurso debido a que se usan como medio de subsistencia. Estos productos son muy importantes para los habitantes del bosque porque suelen proporcionar recursos en épocas de escasez agrícola. La demanda comercial de algunas especies ha generado una disminución de recursos, tal es el caso de la caña de la India en muchas zonas. El carbón es el producto forestal no maderero más importante a nivel mundial y el consumo local (en pueblos y ciudades) ha provocado una deforestación generalizada en los países en desarrollo. Los mercados internacionales de

carbón de alta calidad para uso en barbacoa son pequeños
pero están creciendo.